

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 091 199 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

11.04.2001 Patentblatt 2001/15

(51) Int Cl.7: G01F 25/00

(21) Anmeldenummer: 99119843.3

(22) Anmeldetag: 07.10.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: Endress + Hauser GmbH + Co.

79689 Maulburg (DE)

(72) Erfinder:

- Lindner, Klaus-Peter
79585 Stenzen (DE)

- Thorn, Frank
79688 Hausen (DE)

- Korsten, Klaus
79541 Lörrach (DE)

(74) Vertreter: Andres, Angelika

Endress + Hauser (Deutschland) Holding GmbH,
PatServe

Colmarer Strasse 6

79576 Weil am Rhein (DE)

(54) Verfahren zur Funktionsüberprüfung eines Grenzschaters

(57) Bei einem Verfahren zur Funktionsprüfung eines Grenzschaters wird von einer Steuereinheit aus ein Testbefehl über eine Datenbusleitung zum Grenzschat-

ter gesendet. Dieser Testbefehl löst im Grenzschaters einen elektronischen Selbsttest aus, der von der Steuereinheit überwacht wird. Dadurch ist eine einfache und regelmäßige Funktionsprüfung gewährleistet.

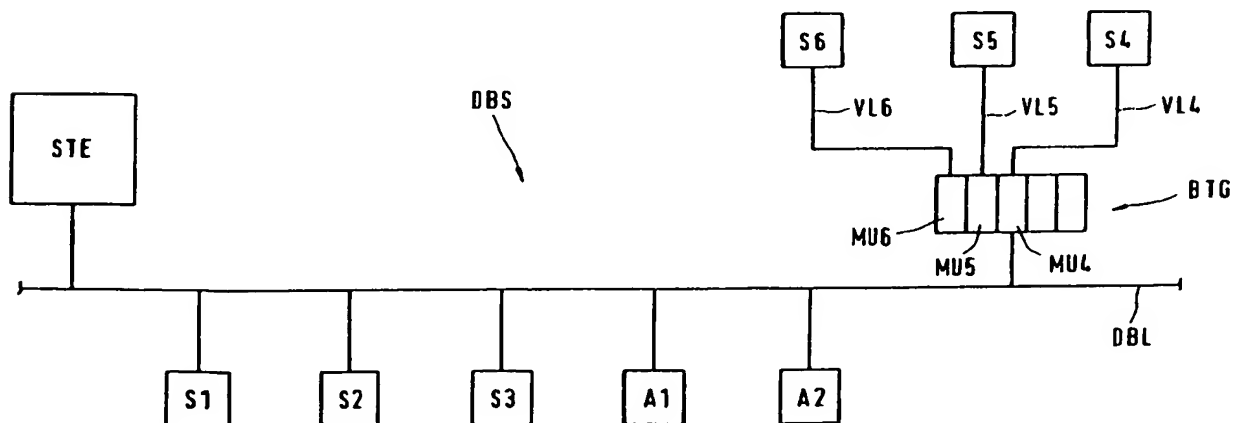


Fig.1

EP 1 091 199 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Funktionsprüfung eines Grenzschafters, der über eine Datenbusleitung mit einer Steuereinheit verbunden ist.

[0002] In der Automatisierungs- und Prozeßsteuerungstechnik werden häufig Feldgeräte eingesetzt, die über einen Datenbus mit einer Steuereinheit verbunden sind. Über den Datenbus erfolgt die gesamte digitale Kommunikation zwischen den Feldgeräten und der Steuereinheit. Handelt es sich bei dem Feldgerät um einen Meßwertaufnehmer für eine Prozessvariable, so leitet das Feldgerät den Meßwert in digitaler Form an die Steuereinheit weiter. In der Steuereinheit wird dieser Meßwert ausgewertet und erforderlichenfalls entsprechende Steuermaßnahmen ergriffen. Hierfür werden z. B. Aktoren, die ebenfalls an den Datenbus angeschlossen sind, angesteuert.

[0003] Vielfach werden in Flüssigkeitsbehältern als Feldgeräte Grenzschafter eingesetzt, die zur Überwachung des Füllstandes dienen. Wesentlicher Bestandteil derartiger Grenzschafter ist ein Meßwertaufnehmer, der das Über- oder Unterschreiten eines bestimmten Grenzstandes erfaßt. Solche Grenzschafter werden allgemein auch als Überfüllsicherungen bezeichnet. Die zuverlässige Funktion eines Grenzschafters, sowie der gesamten Datenübertragung ist wesentlich für eine sichere Prozeßsteuerung.

[0004] Je nach Gefährungsgrad der zu überwachen- den Flüssigkeit ist eine regelmäßige Funktionsprüfung des Grenzschafters notwendig bzw. gesetzlich vorgeschrieben (BRD, Wasserhaushaltsgesetz, WHG §19). Allgemeine Informationen zu Überfüllsicherungen und deren Prüfmethode sind der Broschüre "Überfüllsicherungen für wassergefährdende, brennbare und nicht-brennbare Flüssigkeiten", Endress+Hauser Meßtechnik GmbH+Co., Weil am Rhein, 1994, 2. Auflage, zu entnehmen.

[0005] Die einfachste Art und Weise der Funktionsprüfung eines Grenzschafters besteht darin, den Füllstand in einem Flüssigkeitsbehälter gezielt zu verändern, bis der Grenzstand über- bzw. unterschritten wird. Beim Erreichen des Grenzstandes muß der Grenzschafter "ansprechen" d.h. ein entsprechendes Alarmsignal erzeugen und an die Steuereinheit weiterleiten. In der Regel müssen aufgrund des Alarmsignals spezielle Steuermaßnahmen ausgelöst werden, z.B. die Betätigung eines Absperrventils, das zur Vermeidung einer Überfüllung den Zulauf des Flüssigkeitsbehälters unterbricht. Diese Betätigung kann entweder direkt vom Grenzschafter aus erfolgen, z.B. über ein Sicherheitsrelais oder aber über die weiter entfernt liegende Steuereinheit. Bei einer solchen Funktionsprüfung wird nicht nur der Grenzschafter an sich auf seine Funktionsfähigkeit hin überprüft, sondern die gesamte Reaktionskette, die mit der Betätigung des Absperrventils endet. Ein gezielte Änderung des aktuellen Füllstandes auf den gewünschten Grenzfüllstand ist jedoch meist sehr

aufwendig und häufig nicht praktikabel.

[0006] Eine weitere Möglichkeit der Funktionsprüfung besteht darin, einen bestimmten Füllstand elektronisch zu simulieren. Dabei wird auf den Eingang der Auswerteelektronik im Grenzschafter anstatt des Meßsignals des Meßwertaufnehmers ein bestimmtes Testsignal gegeben. Für alle Komponenten, die dem Meßwertaufnehmer nachgeschaltet sind (Auswerteelektronik bis hin zur Steuereinheit) ist nicht erkennbar, daß es sich bei dem Testsignal um ein elektronisch erzeugtes Signal handelt. Deshalb muß auch in diesem Fall der Grenzschafter ein Alarmsignal erzeugen und die gesamte Reaktionskette entsprechend ablaufen.

[0007] In der DE-3127637 ist ein Grenzschafter mit einem kapazitiven Meßwertaufnehmer beschrieben. Der Grenzschafter ist über eine sogenannte 2-Drahtleitung mit einer Auswerteeinheit verbunden. Die 2-Drahtleitung dient einerseits zur Spannungsversorgung des Grenzschafters und gleichzeitig auch zur Signalübertragung vom Grenzschafter zur Auswerteeinheit. Hierbei erfolgt die Funktionsprüfung manuell durch die Bedienung eines entsprechenden Schalters in der 2-Drahtleitung, der die Spannungsversorgung des Grenzschafters unterbricht.

Aus der EP-433995 ist ein weiterer Grenzschafter bekannt, bei dem die Funktionsprüfung ebenfalls über einen manuell zu bedienenden Schalter durch Kurzschließen der Versorgungsspannung ausgelöst wird.

Aus der DE-4244761 ist ein weiterer Grenzschafter bekannt, bei dem die Funktionsprüfung durch einen kurzen Stromimpuls auf der Versorgungsleitung ausgelöst wird.

[0008] Das Auslösen einer Funktionsprüfung manuell am Grenzschafter selbst ist sehr aufwendig, insbesondere wenn die Prozeßanlage mehrere zu überprüfende Grenzschafter umfaßt, die jeweils einzeln vom Bedienungspersonal aufgesucht werden müssen.

Ein weiterer Nachteil dieser Methode besteht in der aufwendigen Protokollierung. Die Protokollierung kann nur von Hand vor Ort am Grenzschafter selbst erfolgen.

Da Funktionsprüfungen in regelmäßigen zeitlichen Abständen wiederholt werden sollten/müssen, besteht die Gefahr, daß die Zeitabstände nicht eingehalten werden und eventuell anstehende Funktionsprüfungen gar nicht durchgeführt werden.

[0009] Aufgabe der Erfindung ist es ein Verfahren zur Funktionsprüfung eines Grenzschafters anzugeben, das die oben genannten Nachteile nicht aufweist, das insbesondere einfach durchführbar ist.

[0010] Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren zur Funktionsprüfung eines Grenzschafters, der über eine Datenbusleitung mit einer Steuereinheit verbunden ist, wobei die Steuereinheit einen Testbefehl an den Grenzschafter sendet, der im Grenzschafter einen elektronischen Selbsttest auslöst, dessen Ergebnis von der Steuereinheit überwacht wird.

[0011] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird das Ergebnis des Selbsttests in einem Feh-

lerspeicher der Steuereinheit abgespeichert.

[0012] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird der Selbsttest in regelmäßigen zeitlichen Abständen von der Steuerungseinheit ausgelöst.

[0013] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung werden die regelmäßigen zeitlichen Abstände über einen in der Steuerungseinheit abgespeicherten Kalender bestimmt.

[0014] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist der Selbsttest Bestandteil einer Initialisierungs-Routine eines im Grenzschalters angeordneten Mikroprozessors.

[0015] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist der Mikroprozessor mit einem Reset-Baustein verbunden, der über die Steuereinheit ansteuerbar ist.

[0016] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist der Grenzschalter über einen Meßumformer mit dem Datenbus verbunden.

[0017] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist der Grenzschalter über eine 2-Drahtleitung mit dem Meßumformer verbunden.

[0018] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist der Grenzschalter über eine 2-Drahtleitung (4-20mA) mit dem Meßumformer verbunden.

[0019] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist der Grenzschalter über eine 2-Drahtleitung (4-20mA) mit zusätzlicher digitaler Signalübertragung mit dem Meßumformer verbunden.

[0020] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung erfolgt die digitale Signalübertragung mittels eines FSK-Verfahrens (frequency shift keying).

[0021] In einem alternativen bevorzugten Ausführungsbeispiel erfolgt die digitale Signalübertragung mittels eines PFM-Verfahrens (puls frequency modulation).

[0022] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung erfolgt der Start der Initialisierungs-Routine durch das Kurzschließen der Versorgungsspannung des Grenzschalters.

[0023] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung handelt es sich bei dem Grenzschalter um einen Füllstandsgrenzschalter.

[0024] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung handelt es sich bei dem Füllstandsgrenzschalter um einen Schwingabel-Grenzschalter.

[0025] In einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel arbeitet der Grenzschalter nach dem Echo-Prinzip.

[0026] Gegenstand der Erfindung ist auch eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens

[0027] Die wesentliche Idee der Erfindung besteht darin, zur Funktionsprüfung einen Selbsttest im Grenzschalter von einer Steuereinheit aus auszulösen. Hierzu wird ein entsprechender Testbefehl von der Steuereinheit zum Grenzschalter über die Datenbusleitung gesendet.

[0028] Dadurch muß die Funktionsprüfung nicht mehr manuell vor Ort am Sensor selbst erfolgen, sondern

kann von der Steuereinheit aus ausgelöst werden.

[0029] Nachfolgend ist die Erfindung anhand zweier in der Zeichnung dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

Fig.1 schematische Darstellung eines Datenbussystems,

Fig.2 schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels mit einem Grenzschalter, der direkt am Datenbus angeschlossen ist,

Fig.3 schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels mit einem Grenzschalter, der über einen Meßumformer am Datenbus angeschlossen ist.

[0030] Das in Fig. 1 dargestellte Datenbussystem DBS weist eine Steuereinheit STE auf, die über eine Datenbusleitung DBL mit mehreren Sensoren S1-S6, sowie zwei Aktoren A1, A2 verbunden ist. Die Datenübertragung auf der Datenbusleitung DBL kann z.B. elektrisch oder optisch erfolgen. Bei der Steuereinheit STE kann es sich z.B. um ein Prozeßleitsystem, einen Kleinrechner (PC) oder eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) handeln. Die Steuereinheit STE stellt somit ganz allgemein eine frei programmierbare Hardwareplattform dar.

Die Kommunikation zwischen Steuereinheit STE und den auch als Datenbusteilnehmern bezeichneten Sensoren S1-S6 bzw. Aktoren A1, A2 erfolgt auf der Datenbusleitung DBL in digitaler Weise.

Die drei Sensoren S4-S6 weisen jeweils eine Versorgungsleitung VL4-VL6 auf, die über einen zugehörigen Meßumformer MU4-MU6 mit dem Datenbus DBL verbunden ist. In vorteilhafter Weise sind die Meßumformer MU4-MU6 als 19-Zoll-Einschub-Einheiten ausgebildet, die in einem entsprechenden Baugruppenträger BGT (19" Rack) angeordnet sind.

Jede Versorgungsleitung VL kann im Prinzip für eine unterschiedliche Techniken ausgebildet sein, z.B. 4-Draht-Technik oder 2-Draht-Technik. Bei 4-Draht-Technik erfolgt die Spannungsversorgung des angeschlossenen Sensors und die Datenübertragung getrennt auf getrennten Leitungspaaren. Bei 2-Draht-Technik erfolgen Spannungsversorgung und Signalübertragung auf einem gemeinsamen Leitungspaar.

Es ist auch denkbar, daß die Versorgungsleitung VL nur zur Signalübertragung dient und die Spannungsversorgung getrennt z.B. über eine 220V oder einen 360V Netz-Anschluß erfolgt.

[0031] Die Signalübertragung zwischen Meßumformer MU4-MU6 und Sensor S4-S6 kann in bekannter Weise z.B. über eine 4-20mA Stromschleife oder in Namur-Technik erfolgen. Zusätzliche Daten können auf dieser Stromschleife im PFM-Verfahren (puls frequency modulation) oder im FSK-Verfahren (frequency shift keying) übertragen werden. Ein Beispiel für das FSK-Verfahren ist das Hart-Protokoll der Hart Foundation. Die Meßumformer MU4-MU6 dienen somit einerseits

zur Spannungsversorgung der angeschlossenen Sensoren S4-S6, sowie zur Adaption der Datenübertragung zwischen den unterschiedlichen Übertragungsstandards auf der Datenbusleitung DBL und den Versorgungsleitungen VL4-VL6.

Für die Erfindung ist es unwesentlich für welchem Standard (z.B. Profibus, Fieldbus-Foundation) das Datenbussystem DBS ausgelegt ist.

[0032] In Fig. 2 ist beispielhaft der als Grenzschanter dienende Sensor S1 dargestellt, der direkt an die Datenbusleitung DBL angeschlossen ist. Der Anschluß erfolgt über einen T-Koppler T, der über eine Datenleitung DL1 mit einer Feldbusschnittstelle FBS verbunden ist. Bei der Feldbusschnittstelle FBS kann es sich z.B. im der Baustein SIM1 der Fa. Siemens handeln. Die Feldbusschnittstelle FBS unterstützt alle Sende- und Empfangsfunktionen entsprechend der eingesetzten Übertragungstechnik. Von der Feldbusschnittstelle FBS führt eine Datenleitung DL2 zu einer Kommunikationseinheit KE, die über die Datenbusleitung DBL gesendeten Telegramme liest bzw. selbst Telegramme sendet.

Die Kommunikationseinheit KE ist über eine Datenleitung DL3 mit einem Mikroprozessor μP und über eine Datenleitung DL6 mit einem Reset-Baustein RB verbunden. Neben dem Reset-Baustein RB ist noch ein EEPROM EE als nichtflüchtiger Speicher an den Mikroprozessor μP angeschlossen. Vom Mikroprozessor μP führt eine weitere Datenleitung DL4 zu einem A/D-Wandler AD, der mit einem Meßwertaufnehmer MWA über eine Datenleitung DL5 verbunden ist.

Weiterhin führt vom Mikroprozessor μP eine Steuerleitung zu einem Signalgenerator SIG, der ein Signal erzeugt, das dem Signal des A/D-Wandlers AD entspricht, wenn der Meßwertaufnehmer MWA einen bestimmten Grenzstand detektiert.

[0033] Der Meßwertaufnehmer MWA erfaßt den Füllstand als analoges Meßsignal, welches im A/D-Wandler AD in ein digitales Signal umgewandelt wird und im Mikroprozessor μP ausgewertet wird. Den Ergebniswert gibt der Mikroprozessor an die Kommunikationseinheit KE weiter, die den Ergebniswert in ein entsprechendes Sendetelegramm integriert. Fordert z.B. die Steuereinheit STE den aktuellen Meßwert des Grenzschanter S1 an, so übergibt die Kommunikationseinheit KE das Sendetelegramm mit dem aktuellen Ergebniswert an die Feldbusschnittstelle FBS, von der aus das Sendetelegramm über die Datenbusleitung zur Steuereinheit STE gelangt, wo eine Auswertung des aktuellen Ergebniswerts erfolgt. Je nach Ausgang der Auswertung werden entsprechende Aktoren angesteuert.

[0034] Zur Funktionsprüfung sendet die Steuereinheit STE einen entsprechenden Testbefehl an den Grenzschanter S1. Anstelle des Signals des A/D-Wandlers wird nun das Signal des Signalgenerators SIG, das einem bestimmten Grenzstand entspricht, im Mikroprozessor μP ausgewertet.

[0035] Der Mikroprozessor μP muss dies erkennen und ein entsprechendes Alarmsignal an die Steuerein-

heit STE senden. Nur wenn die Steuereinheit STE das Alarmsignal erhält, wird die Funktionsprüfung als bestanden gewertet.

[0036] In Fig. 3 ist beispielhaft als Grenzschanter der Sensor S4 dargestellt, der über den Meßumformer MU4 mit der Datenbusleitung DBL verbunden ist. Der Sensor S4 arbeitet nach dem Schwinggabel-Prinzip. Eine derartige Vorrichtung ist in der eigenen Patentanmeldung DE-OS 4203967 "Vorrichtung zur Feststellung und/oder Überwachung eines vorbestimmten Füllstands in einem Behälter" beschrieben. Deshalb wird auf die Funktionsweise insbesondere der Schwingungsanregung der Schwinggabel des Grenzschanter nicht näher eingegangen.

Die wesentlichen Elemente des Sensors S4 sind zwei Mikroprozessoren μP 1 und μP 2, ein Meßwertaufnehmer MA mit Schwinggabel SG, sowie ein Transmitter T. Die Schwinggabel SG ragt in einen Flüssigkeitsbehälter FB, der mit einer Flüssigkeit F gefüllt ist.

Die beiden Mikroprozessoren μP 1 und μP 2 sind mit einem gemeinsamen EEPROM EE1 verbunden. Der Mikroprozessor μP 2 ist über eine Steuerleitung S2 und eine Leitung L2 mit einem Schalter S verbunden, der seinerseits mit dem Mikroprozessor μP 1 über die Leitung L3 und dem Meßaufnehmer MA über die Leitung L verbunden ist.

An den Mikroprozessor μP 2 ist noch ein Oszillator O angeschlossen. Über einen Reset-Baustein RB kann ein Reset-Befehl für die beiden Mikroprozessoren μP 1 und μP 2 erzeugt werden. Der Reset-Baustein RB überwacht die Spannungsversorgung U_0 des Sensors S4. Bei einer längeren Spannungsunterbrechung wird ein Reset-Befehl gegeben.

[0037] Der Sensor S4 funktioniert wie folgt. Die Schwinggabel SG des Meßaufnehmers MA wird in bekannter Weise auf ihrer Resonanzfrequenz angeregt. Die Schwingungsfrequenz der Schwinggabel hängt davon ab, ob sie in Luft frei schwingt oder vom Medium, der Flüssigkeit F, bedeckt ist. Das vom Meßaufnehmer kommende Frequenzsignal wird im Mikroprozessor μP 1 ausgewertet und ein entsprechendes Signal (frei/bedeckt) an den Transmitter T weitergegeben. Der Transmitter T wandelt dieses Signal in ein entsprechendes PFM-Signal um, das über die 2-Draht-Leitung VL4 den Meßumformer MU4 erreicht. Hier wird das Signal in ein Sendetelegramm umgesetzt und zur Steuereinheit STE geschickt.

[0038] Für einen einfachen Selbsttest steuert der Mikroprozessor μP 2 den Schalter S an, so daß anstatt des Frequenzsignals vom Meßaufnehmer MA, ein vom Mikroprozessor μP 2 künstlich erzeugtes Meßsignal, das einer bedeckten Schwinggabel entspricht, dem Mikroprozessor μP 1 zugeführt wird. Der Mikroprozessor μP 1 wertet diese Frequenzsignal aus und erkennt, daß eine "bedeckte" Schwinggabel vorliegt. Dieses Signal "bedeckt" wird über den Transmitter T und den Meßumformer MU4 an die Steuereinheit STE weitergegeben.

[0039] Ausgelöst wird der Selbsttest jeweils durch ei-

nen Testbefehl den die Steuereinheit STE an den Sensor S1 sendet. Sind mehrere Grenzscharter am Datenbussystem vorhanden, so schickt die Steuereinheit STE an jeden der Grenzscharter einen entsprechenden Testbefehl. Somit kann in einfacher Weise eine Funktionsprüfung für mehrere Grenzscharter nacheinander oder auch gleichzeitig durchgeführt werden.

Beim Sensor S1 wird der Mikroprozessor μP direkt über den Testbefehl angesteuert, bei dem Sensor S4 über den entsprechenden Meßumformer MU.

[0040] Zur Kontrolle ob der entsprechende Grenzscharter Sensor S1 bzw. Sensor S4 ordnungsgemäß funktioniert, wird das Ergebnis des Selbsttests von der Steuereinheit STE überwacht. D.h. die Steuereinheit STE überprüft das Signal des entsprechenden Grenzscharter auf Richtigkeit. Gibt der Grenzscharter beim Selbsttest das gewünschte Signal ab, so wird die Funktionskontrolle als bestanden gewertet. Im anderen Fall wird die Funktionskontrolle als nicht bestanden gewertet. In diesem Fall ist der Grenzscharter fehlerhaft und muß eventuell ausgetauscht werden. Das Ergebnis des Selbsttest wird in der Steuereinheit STE angezeigt, um entsprechende Maßnahmen ergreifen zu können.

[0041] Zur späteren Kontrolle wird das Ergebnis des Selbsttests (bestanden/nicht bestanden) in einem Fehlerspeicher der Steuereinheit STE abgespeichert. Damit ist eine einfache zeitliche Zurückverfolgung auch früher durchgeführter Selbsttests möglich, insbesondere wenn Datum und Uhrzeit mit abgespeichert werden.

[0042] Da eine regelmäßige Funktionsprüfung von Grenzschartern teilweise gesetzlich vorgeschrieben ist, wird das Testsignal für den entsprechenden S1 bzw. S4 in regelmäßigen zeitlichen Abständen in der Steuereinheit STE erzeugt.

[0043] In vorteilhafter Weise ist in der Steuereinheit STE ein Kalender abgespeichert, der die regelmäßigen zeitlichen Abstände bestimmt. Somit ist eine Funktionsprüfung z.B. monatlich durchführbar.

[0044] In vorteilhafter Weise ist der Selbsttest auch Bestandteil einer Initialisierungsroutine, die beim Programmstart des Mikroprozessors μP (bzw. μP 1) automatisch aufgerufen wird. Damit kann der Selbsttest durch einen erzwungenen Programmstart des Mikroprozessors μP (bzw. μP 1) ausgelöst werden.

In vorteilhafter Weise ist der Mikroprozessor μP (bzw. μP 1) mit einem Reset-Baustein RB verbunden, der über den Testbefehl direkt ansteuerbar ist. Der Testbefehl löst somit direkt einen Reset-Befehl für den Mikroprozessor μP bzw. μP 1 aus.

[0045] Viele Grenzscharter sind nicht direkt mit einem Datenbus verbunden, sondern indirekt wie der Sensor S4 über einen Meßumformer MU. Der Testbefehl wird deshalb von der Steuereinheit STE an den Meßumformer MU4 gesendet, der in geeigneter Weise einen Selbsttest des angeschlossenen Grenzscharter S4 auslöst.

[0046] In einfacher Weise kann das Auslösen durch Kurzschließen der Versorgungsspannung des Sensors

S4 erfolgen. Hierzu ist ein entsprechender Schalter im jeweiligen Meßumformer MU4 vorgesehen.

[0047] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist der Sensor S4 über eine 2-Drahtleitung mit dem Meßumformer MU4-MU6 verbunden.

[0048] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung handelt es sich bei der 2-Drahtleitung um eine 4-20mA Stromschleife.

[0049] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung werden über die 4-20mA 2-Drahtleitung zusätzliche digitale Signale übertragen.

[0050] Diese Signalübertragung kann z.B. mittels eines FSK-Verfahrens (frequency shift keying) oder mittels eines PFM-Verfahrens (puls frequency modulation) erfolgen.

[0051] Besonders einfach läßt sich das erfindungsgemäße Verfahren auf einen Grenzscharter der nach dem Schwinggabel-Prinzip arbeitet. Beim Selbsttest wird im Mikroprozessor μP 2 eine Bedeckt-Frequenz erzeugt, die auf den Signaleingang SE des Mikroprozessors μP 1 gegeben wird.

[0052] Bei einem nach dem Echo-Verfahren arbeitenden Grenzscharter, wird ein künstliches Echo-Signal erzeugt, das einem bestimmten Füllstand entspricht.

[0053] Dieses Echo-Signal wird auf den Signaleingang der Auswerteelektronik gegeben.

Es ist auch denkbar das erfindungsgemäße Verfahren nicht nur bei Datenbussystemen, wo eine gezielte Kommunikation zwischen einer Steuereinheit und einzelnen Sensoren möglich ist, anzuwenden, sondern auch bei Sensoren, die über Funk (z.B. CB-Funk) mit einer Steuereinheit verbunden sind. In diesem Fall ist die Datenbusleitung DBL überflüssig und die Kommunikation erfolgt mittels Funkbefehlen.

Weiterhin ist auch denkbar das erfindungsgemäße Verfahren nicht nur auf Grenzscharter anzuwenden, sondern allgemein auf Bauelemente, die über einen Datenbus mit einer Steuereinheit kommunizieren und die einer wiederkehrenden Prüfung unterliegen so z.B. beliebige Sensoren, Sicherheitsventile, Sicherheitsservoantriebe, Lichtschranken etc.

[0054] Selbstverständlich muß auch eine manuelle Auslösung des Selbsttests von der Steuereinheit aus möglich sein. Dies kann entweder durch einen Druckknopf oder durch eine entsprechende Programmroutine erfolgen.

[0055] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Funktionsprüfung des Grenzscharter S1 bzw. S4 wird von der Steuereinheit STE aus ein Testbefehl über die Datenbusleitung DBL zum Grenzscharter S1 bzw. S4 gesendet. Dieser Testbefehl löst im Grenzscharter S1 bzw. S4 einen elektronischen Selbsttest aus, dessen Ergebnis von der Steuereinheit STE überwacht wird. Dadurch ist eine einfache regelmäßige Funktionsprüfung gewährleistet.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Funktionsprüfung eines Grenzschat-
ters (S1, S4), der über eine Datenbusleitung (DBL)
mit einer Steuereinheit (STE) verbunden ist, wobei
die Steuereinheit (STE) einen Testbefehl an den
Grenzschatler (S1, S4) sendet, der im Grenzschat-
ter (S1, S4) einen elektronischen Selbsttest aus-
löst, dessen Ergebnis von der Steuereinheit (STE)
überwacht wird. 5
2. Verfahren nach Anspruch 1 bei dem das Ergebnis
des Selbsttests in einem Fehlerspeicher der Steu-
ereinheit (STE) abgespeichert wird. 10
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che bei dem der Selbsttest in regelmäßigen zeitli-
chen Abständen von der Steuereinheit (STE) aus-
gelöst wird. 15
4. Verfahren nach Anspruch 3 bei dem die regelmä-
ßigen zeitlichen Abstände über einen in der Steue-
rungseinheit (STE) abgespeicherten Kalender be-
stimmt werden. 20
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che bei dem der Selbsttest Bestandteil einer Initia-
lisierungs-Routine eines im Grenzschatler (S1, S4)
angeordneten Mikroprozessors (μP , $\mu P1$) ist. 25
6. Verfahren nach Anspruch 5 bei dem die Steuerein-
heit (STE) zur Auslösung eines Selbsttests einen
Resetbaustein (RB) ansteuert, der mit dem Mikro-
prozessor (μP , $\mu P1$) verbunden ist. 30
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che bei dem der Testbefehl über die Datenbuslei-
tung (DBL) und einen Meßumformer (MU4) zum
Grenzschatler (S4) gelangt. 35
8. Verfahren nach Anspruch 7 bei dem der Testbefehl
eine über eine 2-Drahtleitung (VL4) zum Grenz-
schalter (S4) gelangt. 40
9. Verfahren nach Anspruch 7 bei dem die 2-Drahtlei-
tung (VL4) in 4-20mA Technik ausgelegt ist. 45
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7-9 bei dem
über die 2-Drahtleitung (VL4) zusätzliche digitale
Signale übertragen werden. 50
11. Verfahren nach Anspruch 10 bei dem die digitale
Signalübertragung mittels eines FSK-Verfahrens
(frequency shift keying) erfolgt. 55
12. Verfahren nach Anspruch 10 bei dem die digitale
Signalübertragung mittels eines PFM-Verfahrens
(puls frequency modulation) erfolgt.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che bei dem die Initialisierungs-Routine durch das
Kurzschließen der Versorgungsspannung des
Grenzschatlers (S4) ausgelöst wird.
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che bei dem der Grenzschatler (S1, S4) ein Füll-
standsgrenzschatler ist.
15. Verfahren nach Anspruch 14 bei dem der Grenz-
schalter (S1, S4) ein Schwingabel-Grenzschatler
ist.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1- 14 bei dem
der Grenzschatler (S1) nach dem Echo-Prinzip ar-
beitet.
17. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach
einem der Ansprüche 1 bis 16.

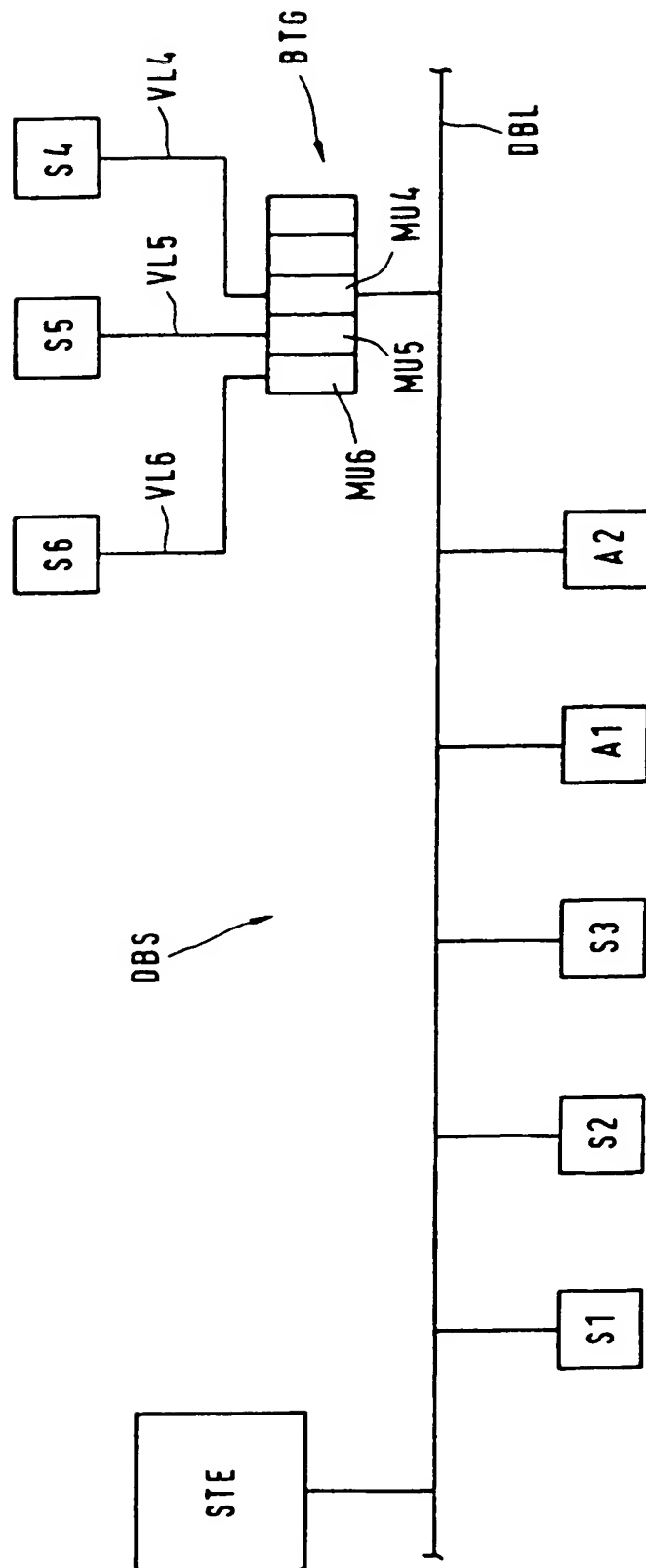


Fig.1

Fig.2

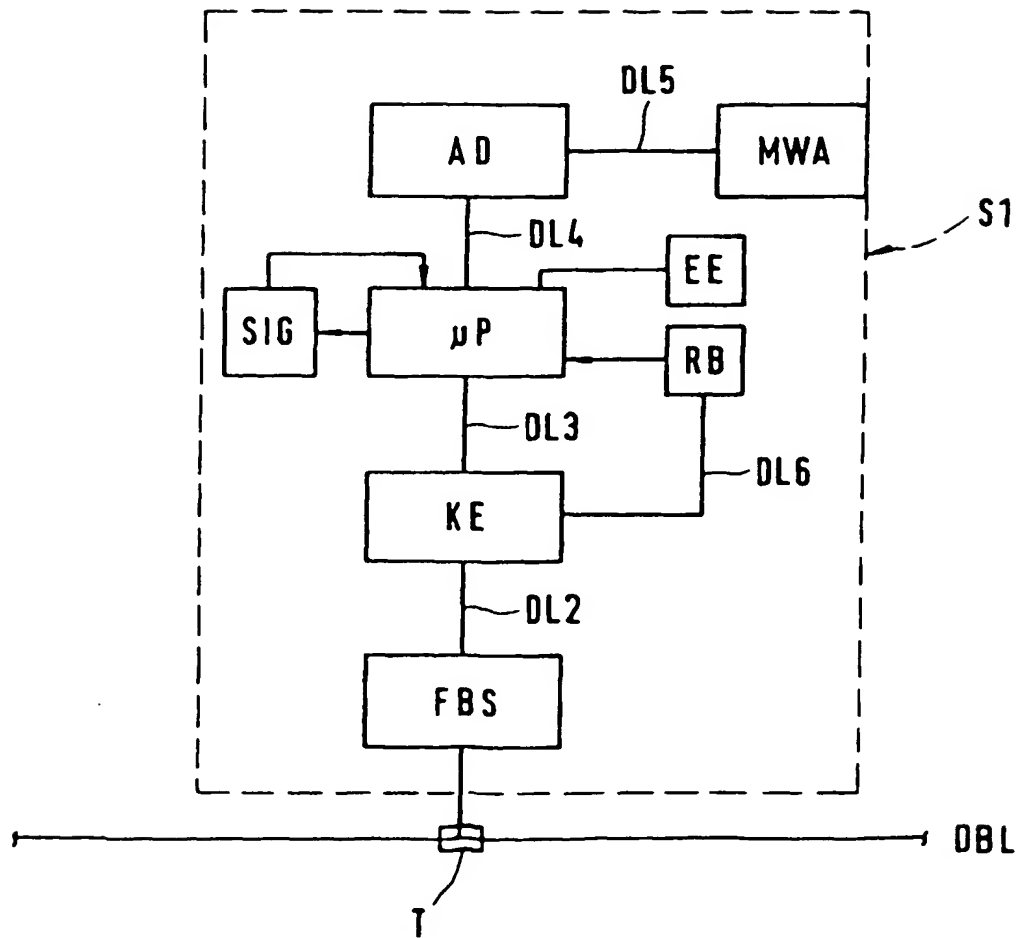
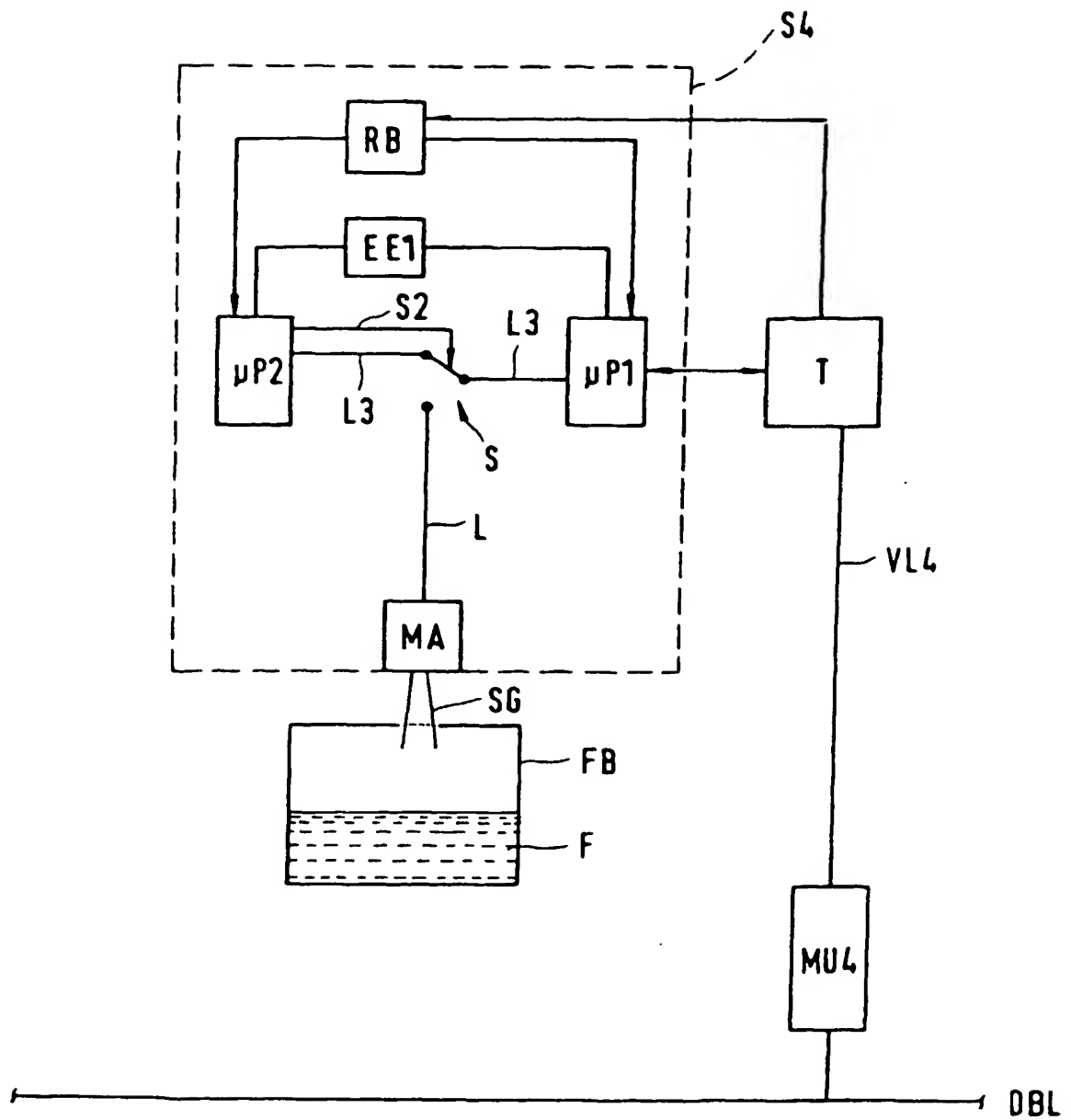


Fig.3





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 99 11 9843

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	EP 0 446 417 A (VDO SCHINDLING) 18. September 1991 (1991-09-18) * Spalte 5, Zeile 37 - Spalte 6, Zeile 50; Abbildungen 1,2 *	1,2,5	G01F25/00
X	WO 96 04630 A (DREXELBROOK CONTROLS) 15. Februar 1996 (1996-02-15) * Seite 14, Zeile 11 - Seite 20, Zeile 18; Abbildungen 1-4 *	1	
X	EP 0 629 844 A (SCULLY SIGNAL CO) 21. Dezember 1994 (1994-12-21) * Spalte 4, Zeile 22 - Spalte 13, Zeile 7; Abbildungen 1-8 *	1	
D,X	EP 0 433 995 A (DREXELBROOK CONTROLS) 26. Juni 1991 (1991-06-26) * Spalte 4, Zeile 1 - Spalte 6, Zeile 15; Abbildungen 1,2 *	1	
D,X	DE 42 44 761 A (GRIESHABER VEGA KG) 24. November 1994 (1994-11-24) * Spalte 7, Zeile 21 - Spalte 9, Zeile 27; Abbildungen 2,3 *	1,14,15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) G01F
D,X	DE 31 27 637 A (ENDRESS HAUSER GMBH CO) 25. März 1982 (1982-03-25) * Seite 16, Absatz 2 * * Seite 33, Absatz 1 - Seite 34, Absatz 2; Abbildungen 1.4 *	1-3,14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenon		Abschlußdatum der Recherche	
DEN HAAG		10. März 2000	
Prüfer		Heinsius, R	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (PatCat)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 11 9843

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

10-03-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0446417	A	18-09-1991	DE	4008031 A	19-09-1991
			DE	59009558 D	28-09-1995
WO 9604630	A	15-02-1996	US	5777550 A	07-07-1998
EP 0629844	A	21-12-1994	US	5485401 A	16-01-1996
			CA	2125741 A,C	15-12-1994
			DE	69420317 D	07-10-1999
EP 0433995	A	26-06-1991	CA	2032384 A	19-06-1991
			DE	69031456 D	23-10-1997
			DE	69031456 T	05-02-1998
			JP	2856555 B	10-02-1999
			JP	4211899 A	03-08-1992
DE 4244761	A	24-11-1994	DE	4232719 A	31-03-1994
DE 3127637	A	25-03-1982	CH	652499 A	15-11-1985
			FR	2487976 A	05-02-1982
			GB	2081452 A,B	17-02-1982
			IT	1137773 B	10-09-1986
			NL	8103569 A,B,	01-03-1982
			NL	9200020 A	01-04-1992
			SE	447305 B	03-11-1986
			SE	8104632 A	02-02-1982
			US	4412450 A	01-11-1983
			JP	1626675 C	28-11-1991
			JP	2054599 B	22-11-1990
			JP	57059299 A	09-04-1982

EPO FORM P481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.